1Л

УДК 004.827:902.6]:069.51

О.В. Липская
Одесский национальный политехнический университет, г. Одесса, Украина
o.lipskaya@gmail.com

Оптимизация задачи поиска временных характеристик экспонатов

В статье рассматривается представление временных характеристик экспонатов в виде лингвистических переменных из теории нечеткой логики. Предлагается метод, основанный на кросс-шкальном переходе, позволяющий сокращать вычисления при решении задачи поиска экспонатов по временным характеристикам.

Введение

Временные характеристики экспонатов хранятся с различной степенью подробности, зависящей от возможности точной датировки некоторого экспоната. В силу высокой неопределённости и отсутствия формализации понятий, применяемых для описания временных характеристик, целесообразно применять для хранения датировок механизмы нечёткой логики [1], [2].

Целью данной работы является использование кросс-шкального перехода, позволяющего оптимизировать метод поиска временных характеристик экспонатов по эталонной временной характеристике.

Кросс-шкальный переход

Для задания временных характеристик экспоната воспользуемся трапециевидной функцией принадлежности, наиболее часто применяемой в теории нечетких множеств.

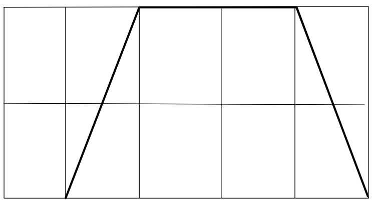


Рисунок 1 – Трапециевидная функция принадлежности временной характеристики

Функция принадлежности μ задается следующим образом:

$$\mu = \begin{cases} 0, & если \quad t \le a; \\ \dfrac{t-a}{b-a}, & если \quad a < t < b; \\ 1, & если \quad b \le t \le c; \\ \dfrac{d-t}{d-c}, & если \quad c < t < d; \\ 0, & если \quad t \ge d. \end{cases} \qquad (1)$$

Временная характеристика экспоната определяется вектором параметров нечеткой переменной (a, b, c, d) и характеризуется шириной временного домена w, на котором она определена:

$$w = d - a \; . \qquad (2)$$

Перечислим используемые лингвистические переменные временных характеристик и их значения в виде нечётких множеств [2].

1. «Век». Поскольку рассматривается временной домен [0; 100], то этой лингвистической переменной соответствует единственное значение нечёткого множества «век».
2. «Половина века» = («первая», «вторая»).
3. «Треть века» = («первая»; «вторая»; «последняя»).
4. «Четверть века» = («первая»; «вторая»; «третья»; «последняя»).
5. «Часть века» = («начало века»; «середина века»; «конец века»).

Будем считать, что шкала «год» является самой подробной и четкой. Она является основной, на базе которой формируются лингвистические переменные, такие как «половина века», «треть века» и т.д.

Естественно, что выбор шкалы для представления временной характеристики некоторого экспоната зависит от того, насколько точно известны его временные характеристики.

Введем понятие подробности шкалы. Подробностью шкалы «год» будем считать 1, а значит, подробностью шкалы «n лет» будем считать величину

$$det = \frac{1}{n} \, . \qquad (3)$$

Назовем подробность шкалы, при которой нечеткая переменная стает четкой – det_{opt}.

Наиболее подробной есть шкала «год» с шириной временного домена – $w = 100$. Следовательно, с уменьшением подробности шкалы в n раз ширина временного домена сокращается в n раз.

$$w = 100/n.$$

Таблица 1 – Подробность шкалы

шкала	n	w	det
«год»	1	100	1
«2 года»	2	50	0,5
«5 лет»	3	20	0,2
«10 лет»	10	10	0,1
«20 лет»	20	5	0,05
«25 лет»	25	4	0,04
«n лет»	n	$100/n$	$1/n$

Для поиска экспоната по временной характеристике необходимо проанализировать ее соответствие эталону. При этом целесообразно оценивать степень соответствия временной характеристики экспоната эталонной S в процентном соотношении – 0 – 100%.

Вид эталонной временной характеристики, очевидно, должен задаваться в тех же терминах, что и временные характеристики экспонатов. То есть эталон должен формироваться как значение или интервал значений лингвистических переменных – «век», «половина века», «треть века» и т.д.

При анализе временной характеристики и эталона производится логическая операция «Пересечение» эталонной временной характеристики (ЭХ) и текущей временной характеристики (ТХ), в результате чего образуется их область пересечения (ОП). Степень соответствия S ОП к ТХ определяется в процентном соотношении через их мощности:

$$S = \frac{M_{ОП}}{M_{ТХ}} \times 100\% . \quad (4)$$

Введем понятие $n_{четк}$. $n_{четк}$ – значение шкалы, при котором нечеткая временная характеристика становится четкой

$$n_{четк} = \max(b - a; d - c) . \quad (5)$$

Отдельный случай, $b – a = d – c$, то есть трапеция, формирующая лингвистическую переменную, – равнобокая. Таким образом, можно сказать, что любая временная характеристика будет нечеткой до тех пор, пока будет существовать хотя бы одна точка из области определения, значение функции принадлежности в которой меньше единицы.

Существенное сокращение затрат на вычисление мощностей ОП и ТХ позволяет достигнуть переход из одной шкалы в другую – кросс-шкальный переход. Чем менее подробная шкала, тем короче ширина временного домена, а значит, уменьшается количество операций, необходимых для вычисления мощностей нечетких областей, коими являются сформированная область пересечения, а также текущая временная характеристика. При переходе из шкалы «год» в шкалу «n лет» количество операций, необходимых для вычисления мощности нечеткой области, уменьшается в n раз.

Расчетной будем считать шкалу, для которой:

$$n_{расч} = \min(n_{четк}^{ЭХ}; n_{четк}^{ТХ}) - 1 . \quad (6)$$

Выбор шкалы для представления эталонной и текущей временных характеристик не влияют на значение степени соответствия ЭХ и ТХ до тех пор, пока значение $n_{расч}$ шкалы не становится равным $n_{четк}^{ЭХ}$ или $n_{четк}^{ТХ}$.

Следовательно, кросс-шкальный переход осуществляется в 5 этапов:

1) расчет $n_{четк}^{ЭХ}$;
2) расчет $n_{четк}^{ТХ}$;
3) расчет $n_{расч}$;
4) перевод в расчетную шкалу ТХ;
5) перевод в расчетную шкалу ЭХ.

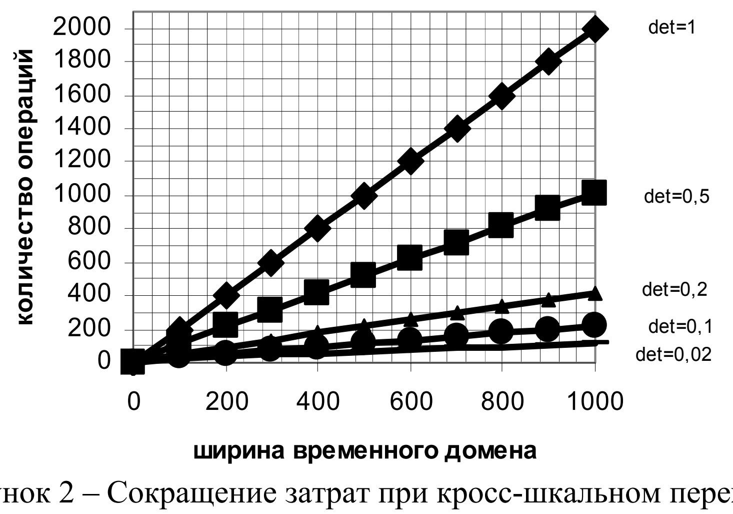


Рисунок 2 – Сокращение затрат при кросс-шкальном переходе

Таким образом, при выполнении операции поиска временной характеристики по эталонной, целесообразно определять расчетную шкалу и осуществлять переход из шкалы «век» в эту шкалу. Процесс перехода из одной шкалы в другую сопровождается дополнительными операциями, но в то же время сокращает количество операций, затрачиваемых на вычисление мощностей анализируемых характеристик.

Выводы

Предложенный метод, основанный на кросс-шкальном переходе, позволяет определить и перейти в расчетную шкалу из более общей шкалы «год». Этим достигается существенное сокращение вычислений при поиске по временным характеристикам за счет уменьшения затрат при подсчете мощности этих нечетких характеристик.

Литература

1. Крисилова Г.Ф. Решение задач хранения и поиска временных характеристик экспонатов археологического музея / Г.Ф. Крисилова, О.В. Липская // Труды Одесского политехнического университета. – 2007. – № 59. – С. 110-114.
2. Zadeh L.A. Toward a theory of fuzzy information granulation and its centrality in human reasoning and fuzzy logic / L.A. Zadeh // Fuzzy Sets Syst. – 1997. – Vol. 90, № 2. – С. 35-40.

О.В. Ліпська

Оптимізація задачі пошука часових характеристик експонатів

У статті розглядається подання часових характеристик експонатів у вигляді лінгвістичних змінних з теорії нечіткої логіки. Пропонується метод, що базується на крос-шкальному переході, що дозволяє скорочувати обчислення при вирішенні задачі пошуку експонатів за часовими характеристиками.

O.V. Lipska

The Optimization of Finding Exhibit's Time Characteristics

The paper is devoted to the time characteristics of exhibits which are represented as linguistic variables. The method, that is based on scale crossing, allows to reduce the computations which occur during finding exhibits by its time characteristics.

Статья поступила в редакцию 29.10.2009.